

## ARTICULO ORIGINAL

**Voltajes electrocardiográficos: criterios de normalidad para una población pediátrica cubana****Electrocardiographic Voltages: Normal Criteria for a Pediatric Population in Cuba**

Dr. Elibet Chávez González,<sup>(1)</sup> Dr. Emilio González Rodríguez,<sup>(2)</sup> María del Carmen Llanes Camacho,<sup>(3)</sup> Dra. Merlin Garí Llanes,<sup>(4)</sup> Dr. Yosvany García Nóbrega,<sup>(5)</sup> Dr. Raimundo Carmona Puerta.<sup>(6)</sup>

<sup>1</sup>Especialista de I Grado en Cardiología. MSc. en Urgencias y Emergencias Médicas Profesor Instructor. Cardiocentro "Ernesto Ché Guevara". Villa Clara. <sup>2</sup> Doctor en Ciencias. Centro de Investigación Digital. Universidad Central de las Villas. Villa Clara. <sup>3</sup> Especialista de II Grado en Pediatría. <sup>4</sup> Especialista de I Grado en Cardiología. Hospital Pediátrico "José Luis Miranda". Villa Clara. <sup>5</sup> Residente de tercer año en Cardiología. Hospital "Celestino Hernández Robau". Villa Clara. <sup>6</sup> Especialista de II Grado en Fisiología y Fisiopatología. Profesor instructor. Cardiocentro "Ernesto Che Guevara". Villa Clara.

<sup>1</sup>Second Professional Degree in Cardiology. MSc. in Medical Urgency and Emergency. Instructor. Cardiology Center "Ernesto Che Guevara." Villa Clara. <sup>2</sup> PhD. Digital Research Center. Central University of Las Villas. Villa Clara. <sup>3</sup> Terminal Professional Degree in Pediatrics. <sup>4</sup> Second Professional Degree in Cardiology. "José Luis Miranda" Pediatric Hospital. Villa Clara. <sup>5</sup> Third-year Resident in Cardiology. "Celestino Hernández Robau" Hospital. Villa Clara. <sup>6</sup> Terminal Professional Degree in Physiology and Pathophysiology. Instructor. Cardiology Center "Ernesto Che Guevara". Villa Clara.

**RESUMEN**

**Fundamento:** el electrocardiograma constituye un método sencillo de evaluación cardíaca. Es la herramienta complementaria más simple en cardiología; interpretarlo siempre será de interés clínico.

**Objetivo:** describir los criterios normales para los voltajes electrocardiográficos en una población pediátrica cubana.

**Métodos:** estudio descriptivo que incluyó 376 escolares que cursaban el tercero, cuarto y quinto grados, de dos escuelas primarias del Municipio de Santa Clara, Villa Clara. A todos se les realizó electrocardiograma de superficie de doce derivaciones y ecocardiograma bidimensional y modo M; se calculó el índice de masa ventricular izquierda, teniendo en cuenta el 95 percentil. Se midieron los voltajes del electrocardiograma y se seleccionó el 98 percentil para cada uno de esos valores,

para así conocer los criterios de voltaje de una población pediátrica.

**Resultados:** la talla, talla<sup>2,7</sup> y la edad no presentaron diferencias significativas según el sexo; el 95 percentil del índice de masa ventricular izquierda fue de 48,0 g/m<sup>2,7</sup>. Solo existieron diferencias significativas para las medias de los voltajes de SV1 y SV2.

**Conclusiones:** existe necesidad de establecer puntos de corte para el índice de masa ventricular izquierda y para los criterios de voltajes de hipertrofia ventricular izquierda en diferentes poblaciones, para así no cometer sesgos en las selecciones de muestras en estudios futuros.

**Palabras clave:** electrocardiografía; ventrículos cardíacos; hipertrofia ventricular izquierda; niño

**Límites:** Humanos; niño

**Recibido:** 4 de febrero de 2011

**Aprobado:** 8 de marzo de 2011

**Correspondencia:**

Dr. Elibet Chávez González.

Cardiocentro "Ernesto Ché Guevara".

Calle Cuba e/ Capitán Velazco y Barcelona.

Villa Clara.

**Dirección electrónica:** [elibet@capiro.vcl.sld.cu](mailto:elibet@capiro.vcl.sld.cu)

## ABSTRACT

**Background:** The electrocardiogram is a simple cardiac evaluation method. Even more, it is the simplest complementary tool in cardiology and its interpretation is always of clinical interest.

**Objective:** To describe the normal criteria for electrocardiographic voltages in a Cuban pediatric population.

**Methods:** A descriptive study was conducted. The sample included 376 students in third, fourth and fifth grade from two elementary schools in the Municipality of Santa Clara, Villa Clara. All patients underwent 12-derivation surface, two-dimensional and M-mode echocardiographies. Left ventricular mass index was calculated according to the 95th percentile. Electrocardiogram voltages were measured and the 98th percentile was selected for each of these values, so that voltage criteria in a pediatric population would emerge.

**Results:** Size, size<sup>2,7</sup> and age did not differ significantly according to sex; the 95th percentile of left ventricular mass index was 48.0 g / m<sup>2,7</sup>. Significant differences for average voltages were only found in SV1 and SV2.

**Conclusions:** It is necessary to establish cutoff points for left ventricular mass index and voltage criteria for left ventricular hypertrophy in different populations, so that biases are eliminated in future samples selection.

**Key words:** electrocardiography; heart ventricles; hypertrophy, left ventricular; child

**Limits:** humans; child

## INTRODUCCIÓN

El electrocardiograma (ECG) constituye un método sencillo e imprescindible de evaluación cardíaca, al alcance de todos los médicos de atención primaria.<sup>(1)</sup> Esta herramienta complementaria se ha utilizado en el diagnóstico de la hipertrofia ventricular izquierda (HVI). La HVI secundaria a hipertensión arterial (HTA) es un mecanismo inicialmente útil para compensar el estrés parietal aumentado. En los adultos, entre el 3 % y el 8 % de los hipertensos presentan HVI en el ECG, porcentaje que asciende hasta el 38 % en estudios con ecocardiograma.<sup>(2)</sup> Los clínicos y cardiólogos dedicados al estudio de la HTA, reconocen el ecocardiograma como la prueba de oro para el diagnóstico de la HVI con el cálculo del índice de masa ventricular izquierda (IMVI).<sup>(3)</sup>

La gran limitación de la ecocardiografía es su accesibilidad, por lo que su uso no puede ser sistemático. El problema del ECG para diagnosticar la HVI es que, si bien presenta una alta especificidad (cercana al 100 %), su sensibilidad sigue siendo muy baja, pero como ya se ha dicho es la herramienta más asequible, por lo cual saber interpretarla siempre será de interés clínico.<sup>(1)</sup>

En Cuba no existen valores normales de referencia para los criterios de voltajes del electrocardiograma en población pediátrica. Considerando lo anterior, este estudio se realizó con el objetivo de describir los criterios normales para los voltajes electrocardiográficos en una población pediátrica cubana.

## MÉTODOS

Estudio descriptivo realizado durante el curso escolar 2008-2009, que incluyó 376 escolares (181 masculino y 195 femeninos) de un total de 400 que cursaban el tercero, cuarto y quinto grados, de dos escuelas primarias del Municipio de Santa Clara, Villa Clara. Fueron excluidos del total, 24 niños por no cumplir con los criterios de inclusión.

Se consideró como criterio de inclusión aquellos escolares que presentaron un IMVI por debajo del 95 percentil calculado en el estudio.

Se obtuvieron la talla y talla elevada a la 2,7.<sup>(4)</sup> Se realizó un estudio ecocardiográfico bidimensional, modo M, con un equipo Aloka Alfa 10, donde se midieron los siguientes valores: septum interventricular (SIV), pared posterior (PP), ventrículo izquierdo en diástole (DTD). Estos valores fueron utilizados para calcular la masa ventricular izquierda (MVI) según fórmula de Deveroux y col.<sup>(5)</sup>

$$MVI (g) = 0,8 \times 1,04 \times [(DTD + SIV + PP)^3] + 0,6$$

Se calculó el IMVI teniendo en cuenta la fórmula siguiente:<sup>(6,7)</sup>

$$IMVI = MVI/talla^{2,7} \quad (2,7)$$

Además, a todos los escolares incluidos en el estudio se les realizó electrocardiograma de superficie de doce derivaciones, en el que se realizaron las siguientes mediciones, cuyos valores se dan en milímetros (mm): altura de R en DI; aVL, V5 y V6; profundidad de la S en DIII, V1, V2, V3. La suma de la R de aVL más la S de V3 constituyó el índice de Cornell; la S en V1 más la mayor R de V5 o V6 el índice de Sokolow y además se calculó la sumatoria de R en DI más la S en DIII.<sup>(8,9)</sup> Se consideró el 95 percentil del IMVI, como punto de corte para la normalidad en la edad pediátrica, el cual se calculó en la muestra analizada. Posteriormente se calcularon los índices de voltajes electrocardiográficos para aquellos escolares que presentaron un IMVI por debajo del 95 percentil calculado (criterio de inclusión).

Los datos, expresados por la media y desviación estándar, fueron analizados con el software SPSS 17.0, las diferencias en las variables continuas entre 2 grupos (sexo) fueron evaluadas por test de *t* y se calculó el percentil 95 y el 98 para el IMVI y los criterios electrocardiográficos respectivamente.

Los resultados se muestran en tablas y un gráfico con números absolutos y porcentaje.

## RESULTADOS

Después de realizar pruebas de homogeneidad (Anova

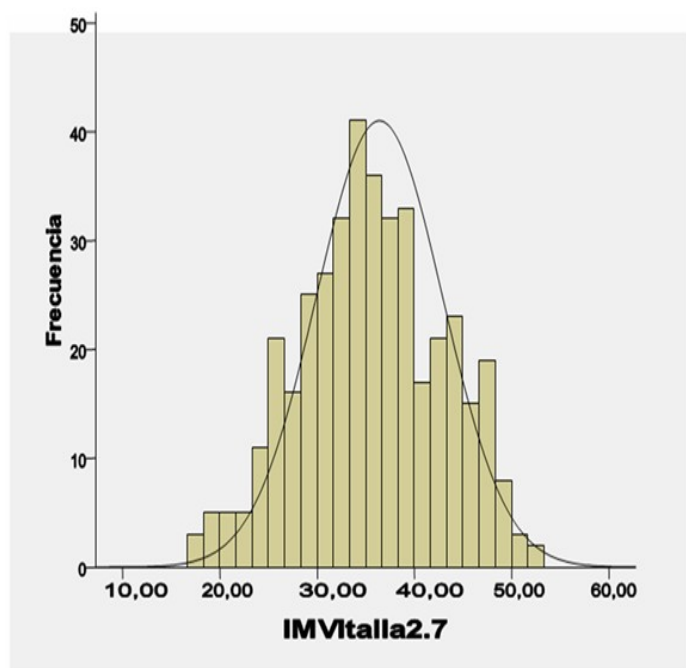
de un factor) y de normalidad de la muestra y encontrar estadígrafos significativos para ambas pruebas  $p=0.000$ , se procedió a su análisis.

Al analizar los valores medios para la talla, talla <sup>2.7</sup> y la edad, con el estadígrafo P, se comprobó que no existen diferencias significativas para estas variables según el sexo. (Tabla 1)

**Tabla 1.** Características generales de la población

Parámetros	Sexo		Sig
	Femenino	Masculino	
Talla	1,39± 0,092	1,39± 0,076	,921
Talla <sup>2.7</sup>	2,45 ± 0,41	2,46 ±0,36	,864
Edad	9,45 ± 0,96	9,48 ± 0,94	,782

Talla <sup>2.7</sup>: Talla del niño elevada a la 2,7



**Grafico 1.** Histograma con la distribución de normalidad de los valores de IMVI bajo la curva

El punto de corte del valor normal de índice de masa ventricular izquierda, en la población estudiada, teniendo en cuenta el 90, 95 y 98 percentil fue de 48,0  $g/m^{2.7}$ , el valor del 98 percentil y el de la media más dos veces la desviación estándar (Media + 2 SD) del IMVI fueron 49,79 y 50,3 respectivamente. (Tabla 2)

Al analizar los criterios de voltajes calculados en el estudio, según el sexo, a los cuales se les computó la media, la SD y se realizó una comparación de medias para muestras independientes, según el sexo, se observaron valores de medias similares para cada criterio de voltaje, tan solo con diferencias significativas para los valores de medias de S en V1 y S en V2, valor de  $P<0.05$  respectivamente (se observa el texto marcado en amarillo). (Tabla 3).

**Tabla 2.** Valores poblacionales de normalidad para IMVI en la población estudiada

	Percentiles	Media	SD	Media + 2 SD
IMVI	90	46,16		
	95	48,00	7,36	50,3
	98	49,79		

IMVI: índice de masa ventricular izquierda, SD: desviación estándar.

**Tabla 3.** Criterios de voltajes según sexo

Criterios voltaje	Sexo	Media	SD	Sig
AVL	Masc	2,77	2,41	,338
	Fem	2,55	1,86	,342
DI	Masc	7,26	2,16	,653
	Fem	7,16	2,18	,653
Sokolow	Masc	29,33	6,76	,112
	Fem	30,46	6,84	,112
SDIII	Masc	0,44	0,69	,815
	Fem	0,42	0,65	,815
RDI+SDIII	Masc	7,70	2,26	,615
	Fem	7,58	2,25	,615
Cornell	Masc	16,17	4,60	,316
	Fem	16,66	4,69	,315
SV1	Masc	9,41	3,72	,036
	Fem	10,18	3,30	,037
SV2	Masc	11,55	4,43	,036
	Fem	12,55	4,60	,036
SV3	Masc	13,40	4,26	,117
	Fem	14,11	4,29	,116
RV5	Masc	17,79	4,63	,506
	Fem	18,14	5,27	,504
RV6	Masc	17,03	5,64	,688
	Fem	16,81	4,90	,689

aVL: derivación aumentada de miembro del electrocardiograma; DI: altura de la onda R del QRS en la derivación DI del plano frontal del electrocardiograma; SDIII: profundidad en milímetros de la onda S del QRS del electrocardiograma en la derivación DIII del plano frontal; RDI+SDIII: sumatoria de la altura de la R en DI más la profundidad de S en DIII; SV1: profundidad del la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V1; SV2: profundidad del la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V2; SV3: profundidad del la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V3; RV5: altura de la onda R del QRS en la derivación monopolar del plano horizontal de V5 del electrocardiograma; RV6: altura de la onda R del QRS en la derivación monopolar del plano horizontal de V5 del electrocardiograma; Sig: valor de significación del estadígrafo.

Utilizando el percentil 98 y la media más dos desviaciones estándar (Media+2SD) se muestran los valores propuestos para la normalidad según criterios de voltajes electrocardiográficos. Obsérvese la similitud entre los valores del 98 percentil y la Media+2SD, marcando en amarillo los de mayor diferencia. (Tabla 4).

**Tabla 4.** Valores propuestos para la normalidad en criterios de voltaje según percentil 98

Criterios de voltajes	Percentil 98	Media	SD	Media+2SD
AVL	9	2,66	2,15	6,96
DI	12	7,21	2,17	11,55
Sokolow	43	29,9	6,81	43,52
SDIII	2	0,43	0,67	1,77
RDI+SDIII	13	7,64	2,25	12,14
Cornell	26,8	16,4	7,64	31,68
SV1	17,6	9,8	3,53	16,86
SV2	22	12,0	4,54	21,08
SV3	22	13,7	4,28	22,26
RV5	29	17,9	4,97	27,84
RV6	29	16,9	5,27	27,44

aVL: derivación aumentada de miembro del electrocardiograma; DI: altura de la onda R en la derivación DI del plano frontal del electrocardiograma; SDIII: profundidad en milímetros de la onda S del QRS del electrocardiograma en la derivación DIII del plano frontal; RDI+SDIII: sumatoria de la altura de la R en DI más la profundidad de S en DIII; SV1: profundidad de la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V1; SV2: profundidad de la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V2; SV3: profundidad de la S en la derivación monopolar del plano horizontal del electrocardiograma en V3; RV5: altura de la onda R del QRS en la derivación monopolar del plano horizontal de V5 del electrocardiograma; RV6: altura de la onda R del QRS en la derivación monopolar del plano horizontal de V6 del electrocardiograma; Sig: valor de significación del estadígrafo.

## DISCUSIÓN

En este estudio se calculó el IMVI teniendo en cuenta la MVI y la talla <sup>2,7</sup>, después de computar el 95 percentil para el IMVI se excluyen del estudio todos aquellos niños con un valor del IMVI por encima de este. En esta muestra el punto de corte resultó ser un IMVI > 48,0 g/m <sup>2,7</sup>, la bibliografía consultada hace referencia a un punto de corte de 38,6 g/m <sup>2,7</sup>; <sup>(6,7)</sup> pero los autores de esta investigación decidieron tomar el 95 percentil calculado para la población analizada, ya que se había demostrado la homogeneidad y normalidad de los datos mediante pruebas estadísticas de una muestra representativa, siguiendo una curva de distribución aceptada según el gráfico No. 1. Si se hubiese aceptado para este trabajo el punto de corte de 38,6 g/m <sup>2,7</sup>, todos aquellos niños de la muestra, con un IMVI entre 38,6 g/m <sup>2,7</sup> y 48,0 g/m <sup>2,7</sup>, se hubieran considerado como niños con HVI, lo que hubiera llevado a cometer un sesgo investigativo.

Sin embargo, otros autores han tomado el 99 percentil para el IMVI, en niños y adolescentes, como el punto crítico que ha demostrado un aumento de la morbilidad y la mortalidad, considerando el valor para este mayor de 51 g/m <sup>2,7</sup>. <sup>(10)</sup> El 99 percentil de IMVI para nuestra muestra lo constituyó 50, 82 g/m <sup>2,7</sup>. Pero ya se ha mencionado que al existir un criterio estadístico utilizado

por la mayoría de los autores que es tomar el 95 percentil, se decidió utilizar este último.

En cuanto a la talla, talla <sup>2,7</sup> y la edad, no se encontraron diferencias significativas; se debe recordar que se estudiaron escolares entre 8 a 11 años de edad; estudios que describen posibles parámetros mediadores del IMVI, lo hacen, pero en población joven con edad de 13,6 ± 1,3 años, nuestra población es biológicamente más joven que esta, por lo que podemos asumir que aún no se han presentado los cambios que proponen esos autores. <sup>(11)</sup>

Al observar las medias de los voltajes electrocardiográficos calculados y el estadígrafo para sus comparaciones según sexo, solo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para S en V1 y S en V2. De los índices de voltajes aquí estudiados, solo el índice de Cornell, se menciona en la bibliografía como que debe ser evaluado de forma diferente para el sexo, considerando como patológico un índice mayor de 20 mm para el sexo femenino y 28 mm para el masculino. <sup>(12)</sup>

Para los demás criterios de voltajes se han planteado los siguientes valores: R de D1 más S de D3 > 25 mm, R en AVL > 12 mm, S en V1 > 24 mm, R en V5 o V6 > 26 mm, R en V5 o V6 más S en V1 > 35 mm. Según los criterios de Romhilt la amplitud de R o S en las derivaciones de las extremidades (unipolares de miembros) > 20 mm o S en V1 o V2 > de 30 mm o R en V5 o V6 > de 30 mm. <sup>(8,9)</sup> En esta población en estudio, al no encontrar diferencias significativas para el sexo en el índice de Cornell se decidió emitir un solo valor para ambos sexos, como se hizo para el resto de los índices, según se mostró en la tabla 4 para el 98 percentil. El profesor Torres Aldrich <sup>(12)</sup> en su texto propone los siguientes valores: índice de Sokolow > 40 mm, S en V1 o V2 > de 20 mm, R en V5 o V6 > de 25 mm, R en DI > de 20 mm y menciona un patrón qRs en aVL con altos voltajes.

Teniendo en cuenta que el 98 percentil así como Media+2SD, se han establecido estadísticamente como puntos de corte para conocer el valor máximo de normalidad que puede alcanzar una variable numérica en una muestra poblacional, <sup>(13)</sup> se decidió que los valores mostrados en la tabla 4 como el 98 percentil, son los valores que finalmente se proponen en esta investigación para que sean usados al analizar los criterios electrocardiográficos de voltaje para el diagnóstico de HVI en el niño. Pues es el 98 percentil el punto exacto por debajo del cual se ubica el 98 % de una población estudiada.

Concluyendo, sería de interés reconocer, por todos aquellos que se dedican a estudios poblacionales, la necesidad de establecer los puntos de corte para las muestras estudiadas según criterios estadísticos (98 percentil ó Media+2SD), para así no cometer sesgos en las selecciones de estas. El 98 percentil constituye un punto exacto a tener en cuenta.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Alguacil Cubero P. Estudio inicial del paciente hipertenso. En: Molina Díaz R, Guija Villa E, Ortega Marlasca M, García Martín L, González Delgado A, Alguacil Cubero P, et al. Manual de Hipertensión Arterial en la Práctica Clínica de Atención Primaria. Sevilla: Sociedad Andaluza de Medicina Familiar; 2006. p. 47-8.
2. Bendersky M, Piskorz D, Boccardo B. Cardiopatía hipertensiva. Rev Fed Arg Cardio. 2002; 31: 321-34.
3. Castelló Brescane R. The Prognostic Significance of Left Ventricular Geometry: Fantasy or Reality? Rev Esp Cardiol. 2009;62(3):235-8
4. de Simone G, Devereux RB, Palmieri V, Bella JN, Oberman A, Kitzman DW, et al. Influence of fat-free mass on detection of appropriateness of left ventricular mass: the HyperGEN Study. J Hypertens. 2003; 21(9):1747-52.
5. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. Circulation. 1977; 55: 613-618.
6. Ruiz Pons M. Repercusiones cardiovasculares de la obesidad infantil. Can Ped. 2009;33(2):115-19.
7. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C, et al. Manejo de la hipertensión arterial en niños y adolescentes: Recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión. An Esp Pediatr. 2010; 73(1):51.
8. Dalfó A, Armario P. Utilidad del electrocardiograma en la valoración del daño cardíaco en el paciente hipertenso. Significado pronóstico de la HVI. Madrid: Jarpyo;2006.p.101- 42.
9. Mirvis DM, Goldberger AL. Electrocardiografía. En: Braunwald E, Zipes DP, Libby P. Braunwald's Cardiología. 6<sup>ta</sup> ed. Madrid: Marbán Libros; 2004. p. 118.
10. Lomeli C, Rosas M, Mendoza-González C, Méndez A, Lorenzo JA, Buendía A, et al. Hipertensión arterial sistémica en el niño y adolescente. Arch Card Mex. 2008; 78(Supl. 2):82-93.
11. Cook BB, Treiber FA, Mensah G, Jindal M, Davis HC, Kapuka GK. Antecedentes familiares de hipertensión y masa del ventrículo izquierdo en jóvenes: posibles parámetros mediadores. AJH (Esp). 2001; 3: 392-8.
12. Torres Aldrich HO. Hipertrofias Ventriculares. Hipertrofia Ventricular Izquierda. En: Electrocardiografía clínica en el niño. Santiago de Cuba: Editorial Oriente;1996. p. 68-9.
13. Levy D. Hipertrofia Ventricular Izquierda. Revelaciones Epidemiológicas del Framingham Heart Study. Drugs Supl. 1988;5:1-5.